



## Rapport final du projet ECOFFICES

Emilie Thibault, Régis Decorme, Bernard Senach, Brigitte Trousse, Carole Goffart, Pascal Torres

### ► To cite this version:

Emilie Thibault, Régis Decorme, Bernard Senach, Brigitte Trousse, Carole Goffart, et al.. Rapport final du projet ECOFFICES. [Rapport Technique] 2012, pp.31. hal-00769624

**HAL Id: hal-00769624**

**<https://hal.inria.fr/hal-00769624>**

Submitted on 2 Jan 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Provence-Alpes-Côte d'Azur



UNION EUROPÉENNE



Projet soutenu par la Région PACA et le programme opérationnel européen FEDER



Livrable D4.2

# Rapport final du projet ECOFFICES

Coordinateur du projet	Pascal TORRES OSMOSE		
Début du projet	1er Août 2010	Durée	16 mois
Version	1.0		

## Rédacteurs

Nom	Entreprise	e-mail
Emilie THIBAUT	CSTB	<a href="mailto:emilie.thibault@cstb.fr">emilie.thibault@cstb.fr</a>
Régis DECORME	CSTB	<a href="mailto:regis.decorme@cstb.fr">regis.decorme@cstb.fr</a>
Bernard SENACH	INRIA (AxIS)	<a href="mailto:bernard.senach@inria.fr">bernard.senach@inria.fr</a>
Brigitte TROUSSE	INRIA (AxIS)	<a href="mailto:brigitte.trousse@inria.fr">brigitte.trousse@inria.fr</a>
Carole GOFFART	INRIA (AxIS)	<a href="mailto:carole.goffart@inria.fr">carole.goffart@inria.fr</a>
Pascal TORRES	OSMOSE	<a href="mailto:pascal.torres@osmose06.com">pascal.torres@osmose06.com</a>

## Liste des tableaux et figures

Figure 1 : Organisation de l'expérimentation ECOFFICES .....	6
Figure 2 : Schéma du système mis en place pendant le challenge ECOFFICES .....	8
Figure 3 : Vue d'une interface challenger □ rubrique Classement général .....	9
Figure 4 : Objectifs techniques attendus .....	11
Figure 5 : Durées d'installation (en jours).....	12
Figure 6 : Objectifs économiques attendus .....	14
Figure 7: Coût d'acquisition, visé et réalisé, du matériel .....	15
Figure 8 : Durée de mise an place de la solution .....	15
Figure 9 : Consommations annuelles du CSTB entre 2006 et 2011 .....	16
Figure 10 : Détails des consommations mensuelles entre 2006 et 2011 .....	16
Figure 11 : Consommation globale des trois équipes en 2011 .....	17
Figure 12 : Consommations mensuelles du poste bureautique en 2011 .....	18
Figure 13 : Objectifs sociologiques attendus.....	19
Figure 14 : Comparaison des Bonus/malus □ périodes avant et après challenge.....	22
Figure 15 : Comparaison des Bonus/malus par équipe□ périodes avant et après challenge.....	22
Figure 16 : Représentation graphique des moyennes des malus par bureau- jour sur les 4 périodes	23
Figure 17 : Objectifs de dissémination attendus .....	26
Figure 18: Dissémination réalisée .....	28
Figure 19 : Liste récapitulative des livrables et synthèse de leur contenu .....	30

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Le challenge ECOFFICES : Rappel du contexte.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Le challenge ECOFFICES : Le but du jeu.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Le challenge ECOFFICES : Solution méthodologique .....</b>	<b>6</b>
3.1	Protocole expérimental .....	6
3.2	Analyse des données.....	7
<b>4</b>	<b>Le challenge ECOFFICES : Solution technologique.....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Le challenge ECOFFICES : Déroulement du challenge.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Le challenge ECOFFICES : Résultats et indicateurs de réalisation.....</b>	<b>11</b>
6.1	Axe Technique .....	11
6.1.1	Objectifs attendus .....	11
6.1.2	Résultats .....	12
6.2	Axe économique .....	13
6.2.1	Objectifs attendus .....	13
6.2.2	Résultats .....	14
6.2.3	Pistes d'amélioration.....	18
6.3	Axe Usages (« Axe sociologique »).....	19
6.3.1	Objectifs attendus .....	19
6.3.2	Résultats .....	20
6.3.3	Pistes d'amélioration.....	23
6.4	Axe dissémination.....	26
6.4.1	Objectifs attendus .....	26
6.4.2	Résultats .....	26
<b>7</b>	<b>Le challenge ECOFFICES : liste et synthèse des livrables .....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Le challenge ECOFFICES : perspective et réplication .....</b>	<b>31</b>

# 1 Le challenge ECOFFICES : Rappel du contexte

L'idée du projet ECOFFICES est de réaliser une compétition énergétique au sein d'un bâtiment tertiaire à l'aide d'une instrumentation permettant d'obtenir des informations sur ses consommations énergétiques réelles, et de connaître les usages que font les employés des équipements. Le recours aux Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) permet non seulement de tracer les consommations réelles du bâtiment mais aussi, via une interface utilisateur adaptée, de sensibiliser les employés au thème des économies d'énergie. La mise en compétition des équipes peut de plus inciter les employés à améliorer leurs usages des équipements, à augmenter leurs comportements «éco-responsable» et ainsi à diminuer les consommations énergétiques.



Le tertiaire est un secteur habituellement consommateur d'énergie de par ses besoins mais aussi de par le bas niveau d'efficacité énergétique des bâtiments. De plus, le personnel des entreprises est généralement peu sensibilisé aux économies d'énergie. Le challenge ECOFFICES constitue une réponse à ce problème puisque son objectif premier est de sensibiliser les employés à l'efficacité énergétique en faisant un suivi de leur consommation et de leurs usages des équipements. Les équipes d'employés sont classées selon leurs résultats pour déterminer une équipe vainqueur, récompensée pour ses efforts en termes d'économie d'énergie.

Cette approche s'axe sur le lien qui existe entre l'usage que les occupants font d'un bâtiment et ses consommations énergétiques. Le projet concourt ainsi à changer les mentalités vis-à-vis des usages des équipements énergivores (climatisation, chauffage, bureautique, etc.); en particulier les TIC apportent une connaissance précise des consommations, et permettent ainsi de sensibiliser aux gestes éco-responsables pour faire des employés des acteurs dans le domaine des économies d'énergie. Ce changement d'usage a un impact sur le lieu de travail instrumenté mais aussi, à plus long terme, dans la vie de tous les jours.

*[ Note : Pour plus de détails, référez-vous à la Pièce 1 de la réponse à l'appel à projets ]*

## 2 Le challenge ECOFFICES : Le but du jeu

Le but du jeu de cette compétition énergétique est double. Pour remporter le challenge, chaque équipe doit réussir à diminuer sa consommation énergétique globale, et doit également diminuer au maximum ses comportements énergivores pendant la durée du jeu.

Pour cela, les équipes sont jugées sur deux points :

- le pourcentage d'économies qu'elles auront réalisées ;
- la quantité de Malus et Bonus obtenus.

Un système de Bonus/Malus permet de traduire les bons et mauvais usages des équipements : un point de Bonus récompense un comportement qui tend à économiser l'énergie tandis qu'un point de Malus vient sanctionner un comportement qui tend à augmenter les consommations énergétiques. Par exemple, une équipe dont un challenger quitte son bureau sans éteindre sa lumière reçoit un point de Malus.

*[ Note : La liste détaillée des Bonus et Malus est disponible dans l'Annexe du livrable D1.4 - Manuel de participation de l'utilisateur ]*

Les équipes sont classées en fonction de leurs résultats. L'équipe obtenant le meilleur résultat Bonus/Malus et qui aura diminué sa consommation énergétique de plus de 10% est déclarée vainqueur.

*[ Note : Pour plus de détails, référez-vous à la Pièce 1 de la réponse à l'appel à projets ]*

### 3 Le challenge ECOFFICES : Solution méthodologique

La méthodologie pour mettre en œuvre le challenge ECOFFICES repose sur un découpage en phases de sorte à pouvoir recueillir des données d'usage dans des situations bien différenciées et à pouvoir mettre en évidence l'effet de la mise en compétition, l'effet de la disponibilité des informations de feed-back et l'appropriation des éventuels comportements écologiques mis en œuvre au cours du challenge.

#### 3.1 Protocole expérimental

Après une phase d'instrumentation des bureaux et d'une mise au point des calculs de consommation (phase 0), le protocole expérimental proposé par INRIA est constitué des 3 phases successives :

- La phase 1 est une phase d'expérimentation sans challenge qui permet de construire un référentiel de consommations et de comportements sur une période de 18 semaines (de janvier à mi-mai 2011);
- Dans la phase 2 (expérimentation avec challenge), les challengers sont répartis en 3 équipes, en fonction de l'aile du bâtiment qu'ils occupent ; tous les bureaux sont équipés du réseau de capteurs. Pendant 3 semaines, la compétition se déroule sans retour d'information sur leur consommation puis, pendant 14 semaines tous les challengers ont accès à l'interface de suivi mise à leur disposition. Les règles du jeu sont expliquées aux participants puis le challenge est lancé pour une durée de 4 mois. A l'issue de cette phase, l'équipe gagnante est récompensée par une sortie en voilier ;
- La phase 3 (durée: 4 semaines) permet d'étudier la stabilité des changements comportementaux induits par le challenge. Les données continuent à être tracées et l'accès à l'interface de suivi reste possible pour tous les participants.

Ces phases sont représentées dans le schéma ci-dessous :

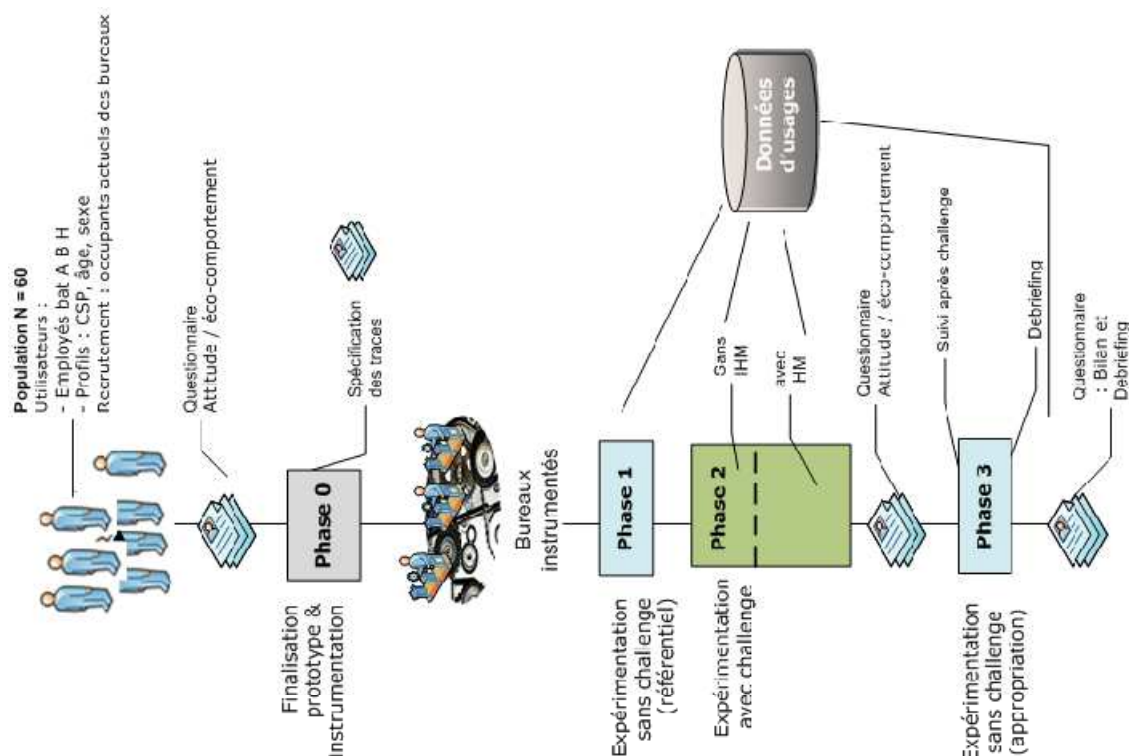


Figure 1 : Organisation de l'expérimentation ECOFFICES

[ Note : Pour plus de détails, référez-vous au livrable D1.3 - Protocole de l'expérimentation ]

## 3.2 Analyse des données

La méthodologie d'analyse de données combine une approche qualitative basée sur des questionnaires et une approche dite quantitative basée sur des données d'usage (données issues de capteurs, log Web) rendant compte des actions des participants sur les différents équipements et sur l'interface utilisateur ECOFFICES.

L'approche qualitative est constituée :

- D'une série d'entretiens (3 recueils) avec les référents de chacune des équipes permettant de recueillir les retours d'expérience des participants
- De deux questionnaires visant à cerner les attitudes vis-à-vis des économies d'énergie et les opinions vis-à-vis du challenge. Le premier questionnaire est administré avant le challenge, le second à l'issue de la compétition, avec l'objectif de mettre en évidence les éventuelles évolutions de points de vue et de comportements liés au challenge.

[ Note : Pour plus de détails sur le bilan des usages de l'expérimentation, référez-vous au livrable : D2.1, D3.2 et D4.1 - Bilan de l'expérimentation - Partie 1 Analyse qualitative.

Ce livrable regroupe les livrables initialement prévus :

- D2.1 □ Bilan des usages de l'expérimentation sans challenge
- D3.2 □ Bilan des usages de l'expérimentation avec challenge
- D4.1 □ Rapport d'appropriation des comportements éco-responsables ]

L'approche quantitative est constituée de deux analyses :

- Une analyse de données brutes tracées à partir des nombreux capteurs est réalisée à la fin des trois périodes (avant, pendant et après le challenge). Celle-ci concerne :
  - Les actions des utilisateurs sur les différents dispositifs de régulation énergétique ;
  - Les mesures de température.

Les données utilisées sont issues des nombreux capteurs installés dans les bureaux et stockées dans la base de données ECOFFICES.

L'unité statistique choisie pour cette analyse quantitative a été le bureau par jour (bureau, jour). Des méthodes statistiques standards ainsi que des techniques de classification ont été appliquées aux mesures des températures au niveau des unités (bureau, jour).

- Une analyse de l'usage de l'interface ECOFFICES i.e. des navigations effectuées sur le site pour contrôler les performances a été réalisée : fréquence de consultation des pages, durée de visite, parcours entre pages, etc. Les données utilisées sont les traces d'usage du site, stockées dans la base de données ECOFFICES. L'unité statistique a été une visite du site (navigation i.e. une séquence d'actions consécutives séparées de moins de 30 mn).

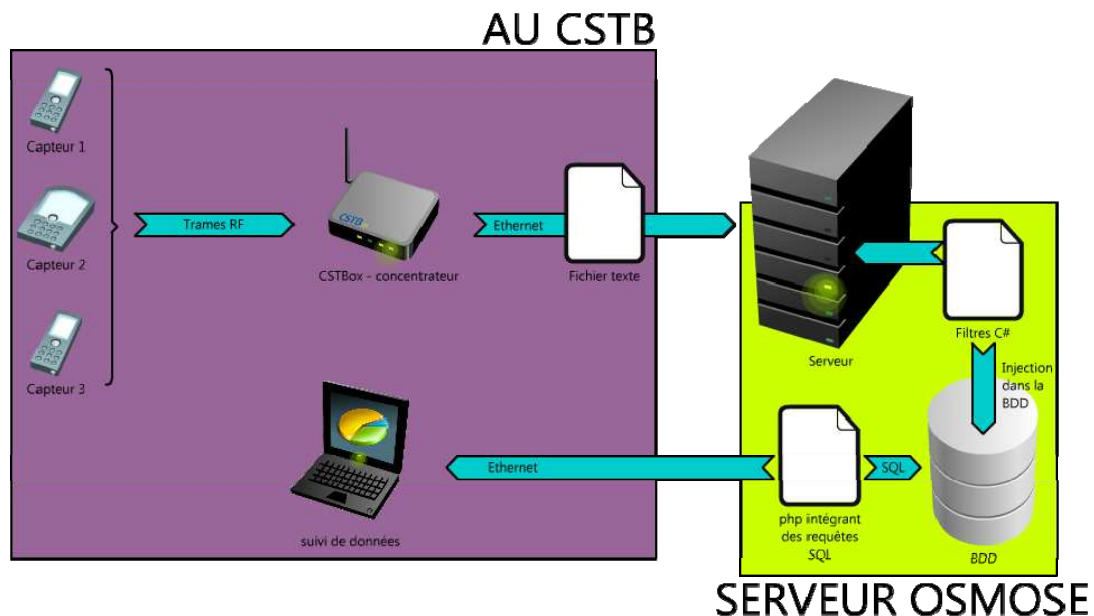
[ Note : Pour plus de détails sur le bilan des usages de l'expérimentation, référez-vous au livrable : D2.1, D3.2 et D4.1 - Bilan de l'expérimentation - Partie 2 Analyses quantitatives.

Et en particulier voir l'analyse de la classe C2/3 représentative des comportements éco-responsable ]



## 4 Le challenge ECOFFICES : Solution technologique

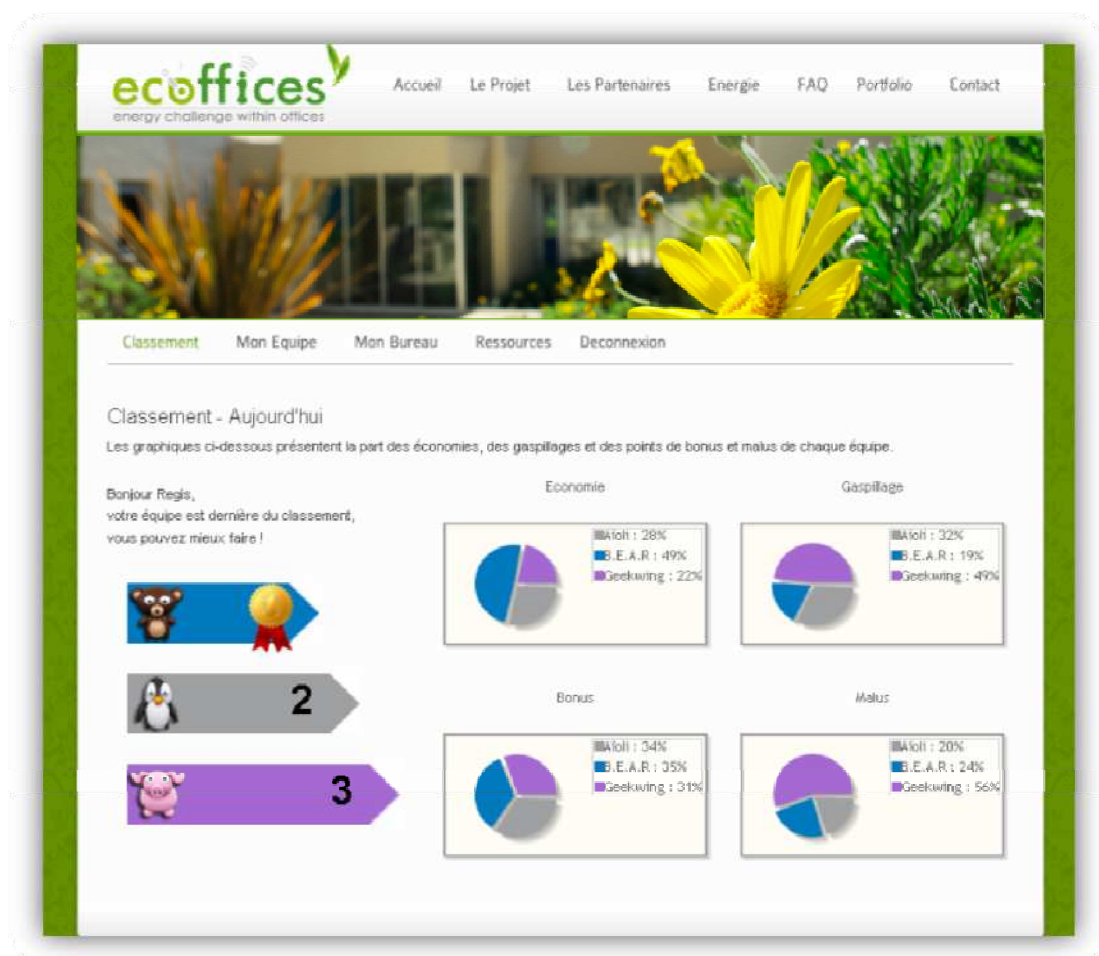
La solution technologique mise en place durant le projet ECOFFICES a permis de traiter et d'analyser les données liées aux consommations d'énergie et aux usages et d'afficher les résultats aux challengers via des interfaces web. Elle a été mise en place dans le bâtiment du CSTB sur Sophia Antipolis. La configuration du bâtiment en trois ailes a déterminé la répartition des employés en trois équipes.



**Figure 2 : Schéma du système mis en place pendant le challenge ECOFFICES**

La solution se décompose en plusieurs parties :

- D'un côté, les capteurs radio fréquence et la CSTBox mis en place au sein du bâtiment du CSTB qui forment un système de collecte et de synthèse des données des capteurs. Nous avons positionné 3 CSTBox dans le bâtiment instrumenté : une dans chaque aile du bâtiment pour récolter les données de chacune des trois équipes. 400 capteurs ont ainsi été installés dans 36 bureaux ;
- De l'autre, chez le partenaire OSMOSE, un serveur dédié s'est chargé de réceptionner les fichiers de données en provenance de la CSTBox. Ces données ont ensuite été analysées et injectées dans une base de données. Les données ont été collectées à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2011. Le système est actuellement toujours en fonctionnement.
- Enfin, des interfaces web ont été spécifiées par INRIA en lien avec les partenaires puis développées par OSMOSE et le CSTB. Elles permettant de visualiser l'évolution des résultats du challenge. Ces interfaces, à l'intention des employés challengers, présentent les graphiques et les résultats établis à partir des données recueillies par les capteurs. L'accès aux interfaces s'effectue en se connectant à l'espace « Challenger » du site [www.ecoffices.com](http://www.ecoffices.com), avec un login et un mot de passe. Un grand écran, situé à l'accueil du bâtiment et prêté dans le cadre de la plateforme FOCUSLAB du CPER Teliu, a également permis l'ensemble des employés d'avoir un retour sur le classement et les consommations des équipes en compétition.



**Figure 3 : Vue d'une interface challenger – rubrique Classement général**

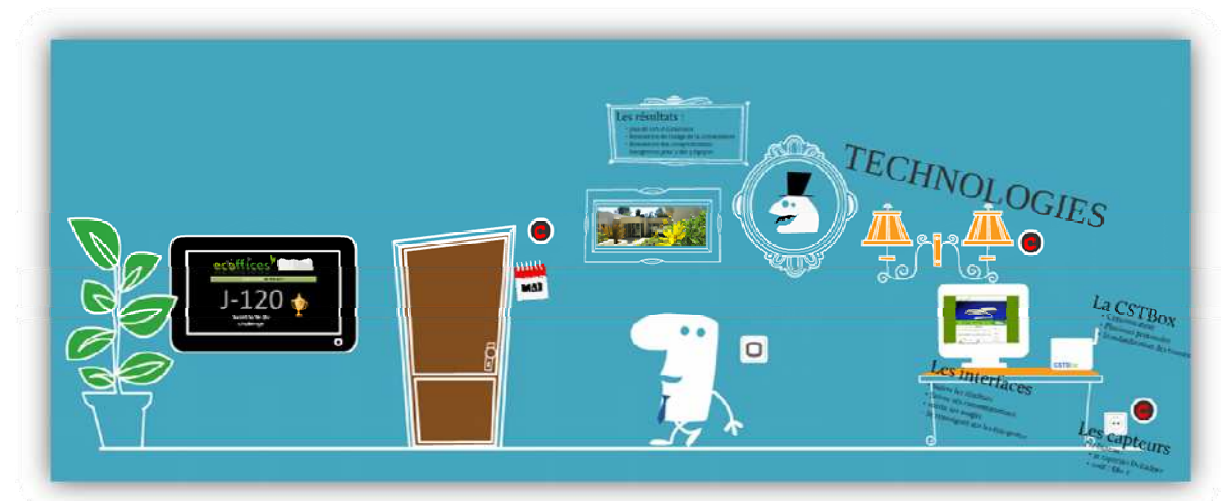
[ Note : Pour plus de détails, référez-vous aux livrables D1.2 Rapport technique d'instrumentation et D3.1 Bilan technique de l'expérimentation ]

## 5 Le challenge ECOFFICES : Déroulement du challenge

Juste avant le lancement du challenge, nous avons envoyé aux employés un manuel de participation décrivant le but du jeu du challenge, leur rôle dans cette compétition et le détail des règles du jeu du challenge. Nous leur avons également fourni une présentation de tous les moyens mis en œuvre dans ce challenge énergétique pour obtenir de l'information, notamment le site web [www.ecoffices.com](http://www.ecoffices.com) qui regroupe une description du projet et sur lequel les joueurs pouvaient s'appuyer pour chercher des conseils pour réaliser des économies d'énergie et améliorer leurs usages.

*[ Note : Les ressources mises à disposition des challengers sont consultables dans le livrable D1.4 - Manuel de participation de l'utilisateur et ses annexes ]*

Le challenge a été lancé le 8 juin 2011 et a duré 4 mois, jusqu'en Septembre. 49 employés regroupés en trois équipes - Geekwing, Aïoli et B.E.A.R - ont accepté de participer à cette expérience. Deux personnes par équipe ont accepté de jouer le rôle de référent. Ces référents assistaient aux réunions d'avancement du projet. Ils avaient aussi pour rôle d'être les représentants de leur équipe, de faire remonter les besoins et les remarques de leurs coéquipiers mais aussi d'être un contact permanent pour les motiver.



A la clôture du challenge (i.e. de la phase 2) le 30 septembre 2011, l'équipe B.E.A.R. a été déclarée vainqueur avec 25% d'économie réalisée, 21 401 points de bonus et 7880 points de malus. Le prix a été remis à l'équipe lors de la cérémonie de clôture du challenge ECOFFICES qui a eu lieu le 19 octobre 2011 et à laquelle ont été invités des représentants de la Région PACA et des industriels et collectivités intéressés par le projet. Le prix pour l'équipe gagnante, financé par la Communauté d'Agglomération de Sophia Antipolis, consistait en une sortie en voilier autour du Cap Ferrat.

Tous les participants, gagnants comme perdants, se sont vus également remettre une petite plante de bureau aux couleurs du projet ECOFFICES.

*[ Note : Le livrable D1.5 - Bilan de communication détaille l'ensemble des actions de communication réalisées au cours du projet, y compris cette journée de clôture du challenge ]*

## 6 Le challenge ECOFFICES : Résultats et indicateurs de réalisation

Sur la durée du challenge, près de 11% d'économies d'énergie ont été réalisés en moyenne sur les trois équipes. Certains challengers avouent avoir modifié leurs comportements :

- « Nous avons fait de gros efforts sur la climatisation, cet été, en ne descendant pas la température intérieure en deçà de 26°C. Finalement, nous nous sommes aperçus que c'était tout à fait acceptable » ;
- « Pour ma part, j'ai fait attention aux éclairages et à mettre les ordinateurs en veille à chaque fois que je sortais de la pièce. Ce sont des gestes à prendre plutôt que des efforts à consentir. Je pense que je vais les garder ».

Les résultats sont plus amplement détaillés dans les 4 sections suivantes, conformément aux indicateurs de réalisation « FEDER » définis pour le projet.

[ Note : Pour plus de détail, référez-vous à la Pièce 9 de la réponse à l'appel à projets ]

Dans le contexte de l'expérimentation ECOFFICES, les indicateurs de réalisation portaient sur les quatre axes ci-après :

1. **L'axe technique** : analyse de la qualité technique (facilité d'installation, fiabilité, etc.) de la solution ;
2. **L'axe économique** : analyse du retour sur investissement de la solution et du service pouvant en découler ;
3. **L'axe usages (« sociologique »)** : vérification du niveau d'acceptation de la solution par les usagers, l'utilité perçue, et la durabilité des changements de comportements ;
4. **L'axe dissémination** : mesure du niveau d'audience du projet.

### 6.1 Axe Technique

#### 6.1.1 Objectifs attendus

Dans cet axe, nous avons observé les installations, le temps d'installation, la fiabilité des dispositifs installés et en particulier le nombre de pannes et d'interventions sur les dispositifs.

Nature de l'indicateur	Résultats attendus	Moyens de mesure
Facilité et rapidité d'instrumentation matérielle et logicielle des bureaux (Durée de l'installation de la solution)  (voir 6.1.2.1)	Un minimum de 4 bureaux devra être équipé des différents capteurs en une journée. Une fois l'ensemble des bureaux instrumentés, on envisage deux semaines pour la configuration logicielle et la synchronisation générale du système.	Le temps passé par les partenaires en charge de l'installation (CSTB, OSMOSE) sera précisément comptabilisé. Un rapport d'installation par bureau comportera une heure de début et de fin d'installation.
Fiabilité de la solution technique  (voir 6.1.2.2)	Le nombre de pannes ou erreurs acceptable est fixé à 1 par semaine durant les 2 premiers mois d'expérimentation (hors challenge □ m3 à m4), puis à 1 par mois jusqu'à la fin du projet m5 à m12).	Enregistrements (logs) collectés par la solution technique

Figure 4 : Objectifs techniques attendus

## 6.1.2 Résultats

### 6.1.2.1 Installation

Une équipe de 3 personnes a procédé aux installations des capteurs bureau par bureau : 2 personnes ont été en charge de l'installation effective du matériel, et une troisième personne en charge de vérifier simultanément la bonne réception du signal de chaque capteur nouvellement installé. Environ 60% des capteurs ont été installés les journées des 2 et 3 Novembre 2010. Le reste a été installé au fur et à mesure de la réception des pièces au CSTB.

A titre informatif, l'installation d'un lot de capteurs (11 capteurs par bureau) dans un bureau type (1 porte et 2 fenêtres avec 2 challengers) prend environ 20 minutes avec une équipe de 3 personnes.

L'opération d'installation des modules TYWATT de comptage des consommations au niveau des tableaux électriques de chacune des 3 ailes du bâtiment a été relativement plus complexe car elle a nécessité une coupure de courant couloir par couloir (coupure réalisée le 16 Novembre 2010 à partir de 18h30).

Etape	Nombre de jours (Temps plein)
Commande, suivi de commande et réception des composants (auprès des différents fournisseurs)	1
Fabrication et assemblage des capteurs d'état des luminaires	5.5
Fabrication des coffrets TYWATT	1
Référencement des capteurs	4
Installation des capteurs dans les bureaux	8
Installation des coffrets TYWATT dans les placards techniques	2
Installation et configuration des CSTBox	3
<b>Total</b>	<b>24.5</b>

**Figure 5 : Durées d'installation (en jours)**

[ Note : Les détails de l'installation et du temps passé sont plus amplement détaillés dans le livrable D1.2 - Rapport technique d'instrumentation - se référer notamment aux sections 3.3, 3.4 et 4.1 ]

#### Difficultés rencontrées :

Certains articles étant des produits de type pré-commerciaux et ayant présenté des soucis de mise au point ont été plus longs à produire. La livraison a, de ce fait, été réalisée en plusieurs envois successifs. Le planning initial prévoyait une installation complète des capteurs fin octobre. Ils ont finalement été tous **mis en place mi-décembre**. Le nombre important de capteurs à installer (427) a été aussi un facteur de retard.

La synchronisation générale du système a été validée fin décembre, soit deux semaines après la fin d'installation des capteurs, comme prévu initialement. Le système de réception des données a donc été effectif à partir de janvier.

[ Note : Le détail des difficultés rencontrées est plus amplement détaillé dans le livrable D3.1 - Bilan technique de l'expérimentation - se référer notamment à la section 4 ]

### 6.1.2.2 Fiabilité de la solution technique

La solution technique comprend la communication des capteurs avec la CSTBox et la bonne réception des données. De façon générale, la fiabilité des capteurs est bonne. Les défaillances électroniques sur ces dispositifs sont extrêmement rares. La difficulté majeure a été rencontrée sur les capteurs prototypes : ceux utilisés pour connaître l'état des luminaires ainsi que les prises gigognes.

### Problèmes au niveau des capteurs :

- Fixation défaillante des capteurs: ce problème a été rarement rencontré. Comme nous n'avons pas pu toucher à la structure du bâtiment, nous avons fixé les capteurs à l'aide de scotch double face. Les capteurs de présence positionnés sous les bureaux sont quelques fois tombés. **Ces problèmes ont été résolus rapidement.**
- Faible durée de vie des batteries: les capteurs prototypes pour détecter l'état des luminaires ont rencontré un souci de surconsommation. Nous avons dû déposer l'intégralité des capteurs installés, pour les modifier. Le problème a été corrigé fin février pour une **réinstallation des capteurs de détection de lumière début mars (1<sup>er</sup>, 2 et 3 mars).**
- Dégradation du signal: ce problème a été rarement rencontré. Du fait de la technologie utilisée par le fournisseur de capteurs, les communications dans un bâtiment tertiaire sont parfois dégradées à cause notamment des montants métalliques des portes et des fenêtres. Nous avons déplacé les capteurs incriminés. **La réception des trames a été validée fin février.**
- Données aléatoires des prises gigognes: ces capteurs étant récemment mis sur le marché par le fournisseur, ils contenaient une erreur de driver. Cette erreur a été **corrigée tardivement en juin** (avant le lancement du challenge).

### Problèmes au niveau de la centrale d'acquisition (CSTBox) :

- Erreurs de typographie. Les données transmises par la CSTBox sont normalisées selon une syntaxe définie par le CSTB. Certains capteurs présentaient des erreurs de typographie sur les trames empêchant le traitement des données. Ces erreurs sont facilement corrigeables puisqu'il suffit de redéfinir manuellement le nom du capteur. Elles ont été corrigées au fur et à mesure. **Elles ont été entièrement corrigées avant janvier.**
- Erreurs de configuration et doublons. Chaque capteur est associé à une location dans le bâtiment. Il est arrivé que certains capteurs, notamment les capteurs TYWATT placés dans les armoires électriques aient la même location. Ainsi, plusieurs entrées ont été affectées à une même mesure. **Ces erreurs ont été entièrement corrigées avant janvier.**

*[Note : Le détail sur la fiabilité du système et les difficultés rencontrées est plus amplement détaillé dans le livrable D3.1 - Bilan technique de l'expérimentation - se référer notamment à la section 4]*

### Nous obtenons :

- Une durée de fonctionnement de la collecte avec des données « propres » à partir du 01/12/2010 jusqu'à ce jour (01/01/2012) ;
- Un taux d'intervention plus important que prévu notamment à cause des capteurs prototypes ou récemment mis sur le marché par le fournisseur et de la configuration du bâtiment (ouverture et menuiseries métalliques).

### Pour aller plus loin

- La détection de panne n'est pas immédiate. Il manque actuellement un outil d'autotest des capteurs pour détecter le non-fonctionnement d'un capteur. Aujourd'hui, le fonctionnement du capteur est connu seulement s'il est déclenché par l'activité de la personne.

## 6.2 Axe économique

### 6.2.1 Objectifs attendus

Dans cet axe, nous avons observé les coûts des matériels et de leur installation.

Nature de l'indicateur	Résultats attendus	Moyens de mesure
Coût des dispositifs matériels (voir 6.2.2.1)	Le coût d'acquisition matériel pour l'expérimentation ECOFFICES devra ne pas dépasser 30 K€ HT	Sur la base des factures des achats réalisés, un chiffrage matériel précis sera réalisé.

Coût d'installation sur la base de la durée et de la main d'œuvre (voir 6.2.2.2)	Le temps total pour l'installation des matériels sur l'ensemble des bureaux ne devra pas dépasser 10 jours. La configuration logicielle devra également ne pas dépasser 10 jours.	Durée d'installation à partir des rapports d'installation et coût de main d'œuvre technicien officiel.
Economies réalisées (voir 6.2.2.3)	Un objectif de réduction de 10% de la facture énergétique est fixé pour la période dite de « challenge » (de m5 à m10).	Les factures d'énergie du bâtiment accueillant le challenge seront comparées à celle de la moyenne des 2 années précédentes sur la période précitée. Ces résultats seront également corrélés sur la base des données recueillies par le système.
Retour sur investissement de la solution (voir 6.2.2.4)	Dans ce cadre expérimental, l'objectif de ROI est fixé à 5 ans.	ROI calculé sur la base du coût total de l'installation et du pourcentage des économies réalisées sur la phase challenge (voir indicateurs ci-dessus).

Figure 6 : Objectifs économiques attendus

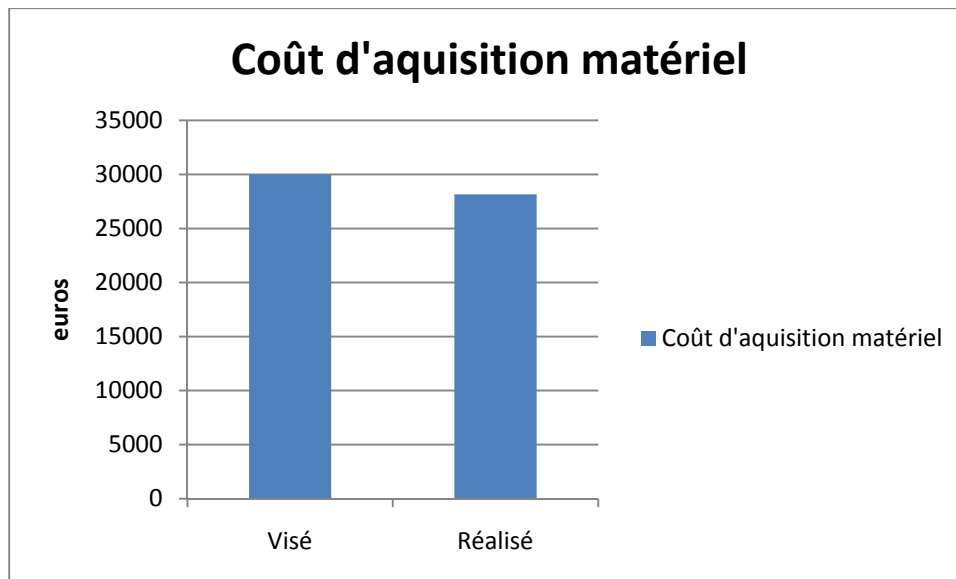
## 6.2.2 Résultats

### 6.2.2.1 Coût d'acquisition

Le détail du coût global matériel de la solution est décrit dans la figure ci-dessous :

Poste	Montant HT (€)
<b>Commande capteurs</b> (427 pièces)	
• Facture 30022188	14 231 €
• Facture 30022190	12 131 €
<b>Commande CSTBox</b> (3 pièces)	747 €
<b>Commande multiprises</b> (60 pièces)	752 €
<b>Fournitures diverses</b>	300 €
• Equerres de positionnement des capteurs de détection de mouvements	
• Sondes LDR et microcontrôleurs pour les capteurs d'état des luminaires (RADIO SPARES)	
• Coffrets électriques	
<b>Total</b>	<b>28 161 €</b>

Si l'on observe le coût du matériel, il est inférieur au seuil maximum visé.



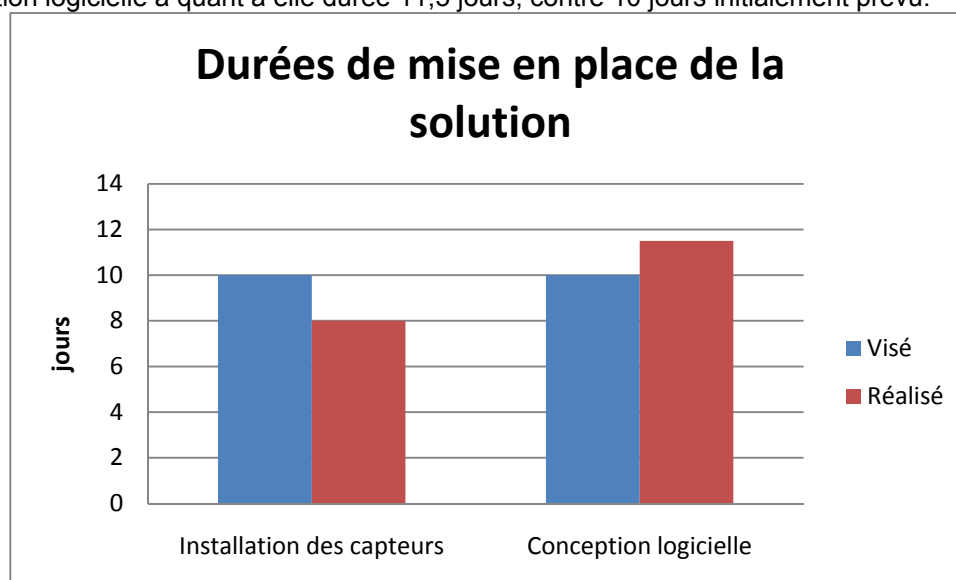
**Figure 7: Coût d'acquisition, visé et réalisé, du matériel**

A titre informatif, le coût d'un lot de capteurs (tel que décrit en section 3.3) dans un bureau type (1 porte et 2 fenêtres) avec 2 challengers représente la somme d'environ 680 €.

[ Note : Le détail du coût matériel est plus amplement détaillé dans le livrable D1.2 - Rapport technique d'instrumentation - se référer à la section 4.2 ]

#### 6.2.2.2 Coût d'installation

Comme indiqué en section 6.1.2.1, la durée d'installation totale dans les bureaux a duré 8 jours. La configuration logicielle a quant à elle duré 11,5 jours, contre 10 jours initialement prévu.



**Figure 8 : Durée de mise an place de la solution**

Nous avons utilisé un taux horaire maximum constaté actuellement auprès des installateurs de 45 € HT. L'installation complète est donc estimée autour de 7000 euros pour 400 capteurs installés en 19,5 jours.

[ Note : Le détail du coût d'installation est plus amplement détaillé dans le livrable D1.2 - Rapport technique d'instrumentation - se référer à la section 4.1 ]



### 6.2.2.3 Economies réalisées

Nous avons travaillé dans un premier temps sur les factures d'électricité du CSTB de Sophia Antipolis sur l'année 2011. 370 298 kWh ont été consommés durant toute cette année, soit près de 30 000 kWh de moins que l'année précédente, une tendance à la baisse qui se confirme depuis 2006.

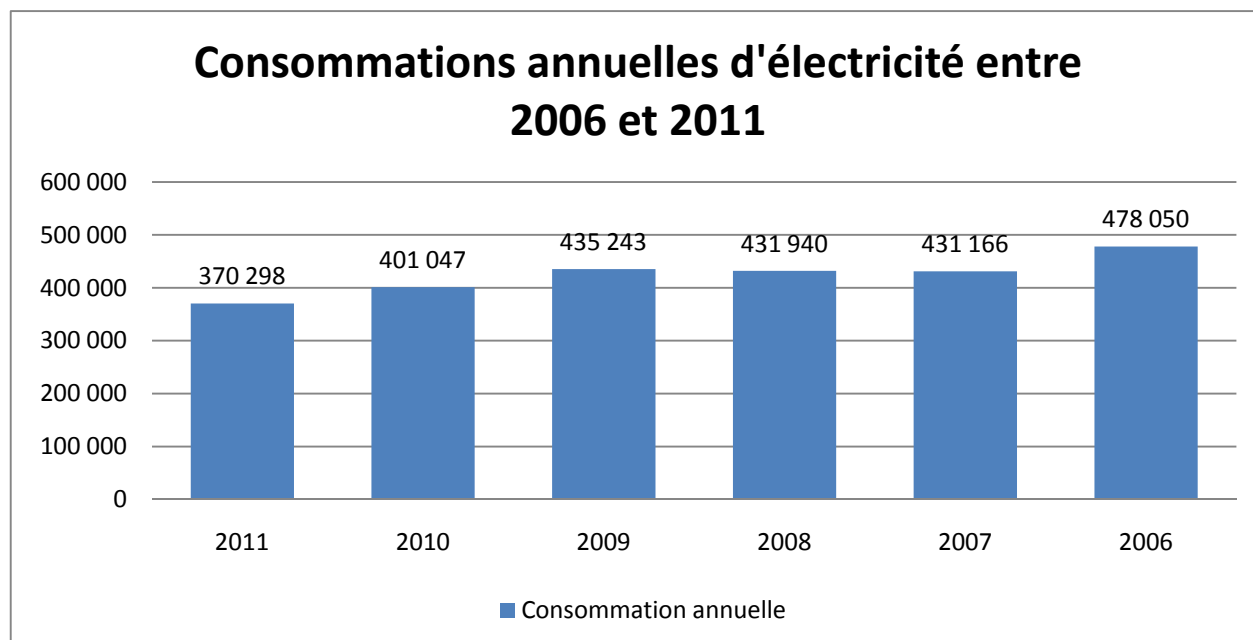


Figure 9 : Consommations annuelles du CSTB entre 2006 et 2011

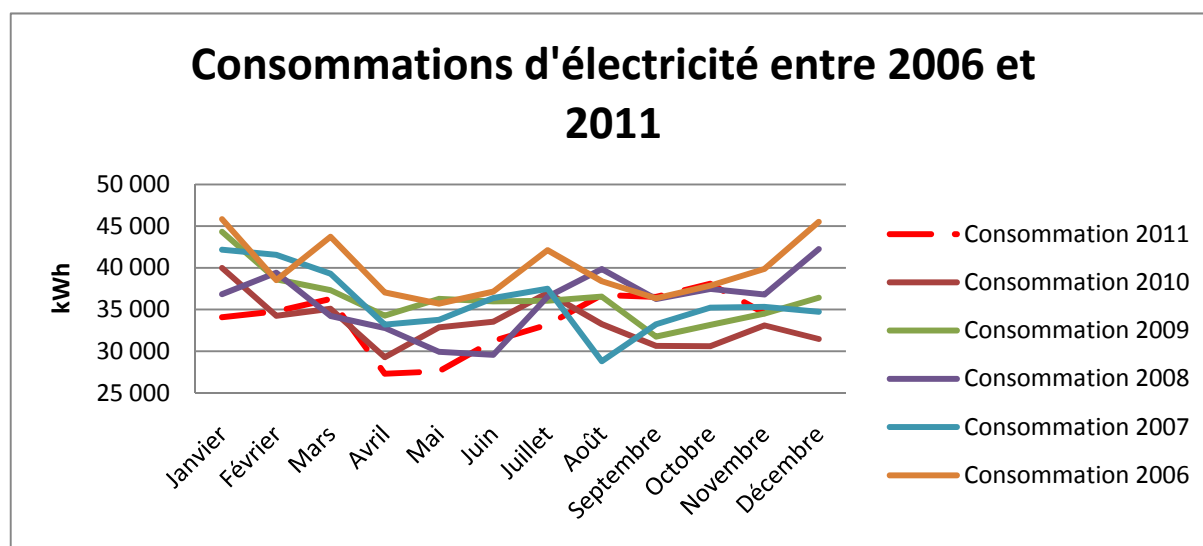
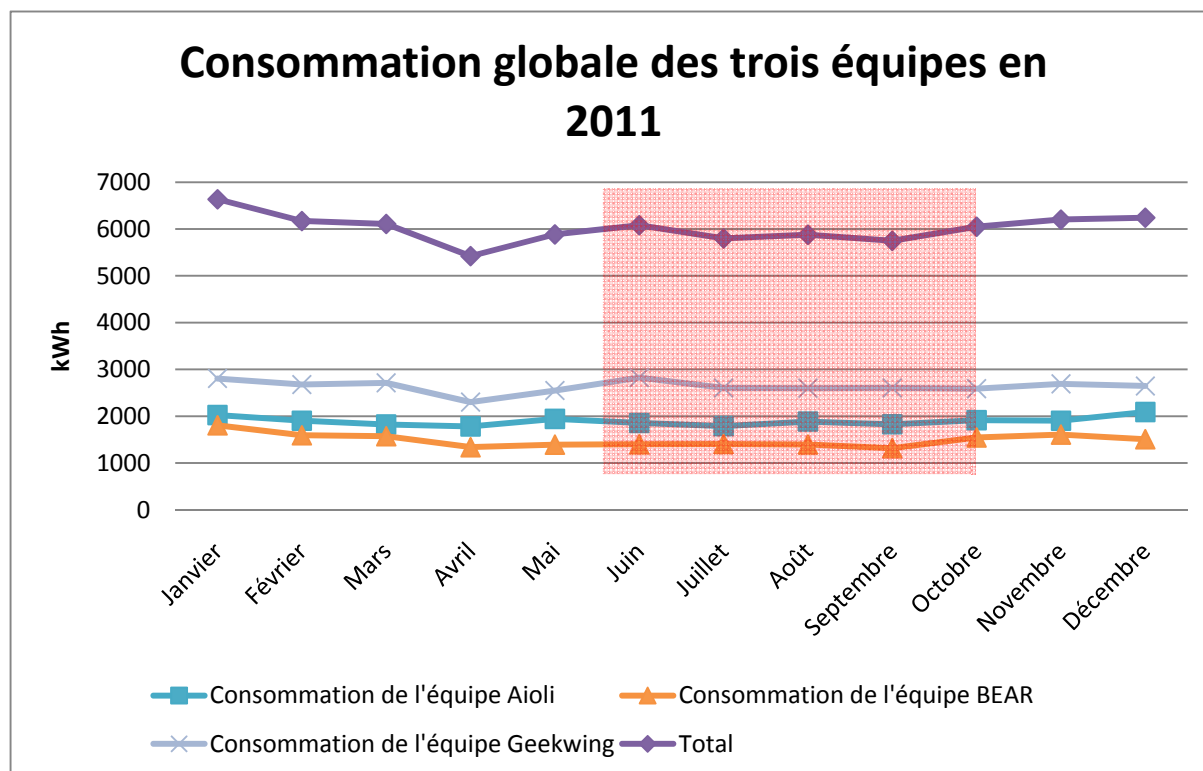


Figure 10 : Détails des consommations mensuelles entre 2006 et 2011

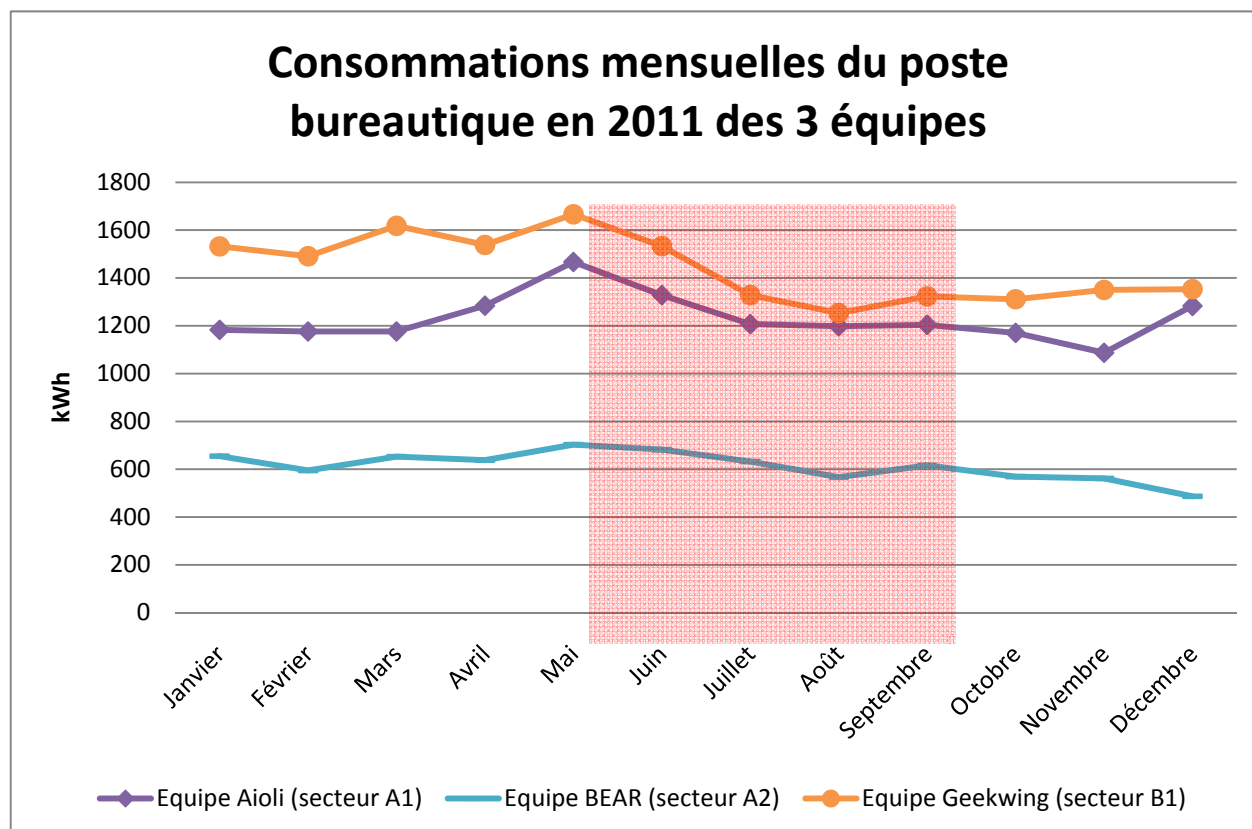
Si l'on se concentre sur les données issues des capteurs qui mesuraient directement les consommations électriques des trois équipes selon trois postes (consommations dues à l'éclairage, aux appareils de bureautique et au ventilo-convecteur), on s'aperçoit que la zone instrumentée représente environ 20% de la consommation globale du site. En effet, le CSTB possède un second bâtiment sur ce site qui réalise des process consommateurs d'énergie ainsi que d'autres bâtiments qui peuvent expliquer la part de 20% du bâtiment instrumenté.



**Figure 11 : Consommation globale des trois équipes en 2011**

On remarque que la consommation globale des trois équipes durant la période du challenge (zone rouge sur le graphique) tend à diminuer légèrement. Après la fin du challenge, les consommations tendent à revenir vers une normale. L'équipe BEAR est l'équipe qui consomme le moins des trois équipes. Elle consomme en moyenne 1500 kWh par mois contre 1900 kWh pour Aiolis et 2600 kWh pour Geekwing (Quasiment 1,4 fois plus de BEAR).

Lorsqu'on rentre dans les détails des consommations par poste, seul le poste bureautique semble avoir largement diminué pour les trois équipes durant le challenge (voir à plus long terme). En effet, comme on peut le voir sur le graphique ci-dessous, la consommation de ce poste tend à diminuer durant toute la durée du challenge, voir au delà.



Equipe	Moyenne avant challenge	Moyenne pendant challenge	Tendance	Moyenne après challenge	Tendance
Aiolis	1257	1234	-2%	1180	-4%
BEAR	649	624	-4%	539	-13%
Geekwing	1569	1359	-13%	1338	-1%

**Figure 12 : Consommations mensuelles du poste bureautique en 2011**

#### 6.2.2.4 Retour sur investissement

Considérant un investissement à hauteur de 28 K€ (hors temps passé), et les économies réalisées à hauteur de 11% en moyenne pour l'ensemble des équipes sur la durée du challenge, représentant environ une économie de 1000€ si ramenée sur un an, l'objectif de ROI à 5 ans n'est donc pas atteint.

#### 6.2.3 Pistes d'amélioration

Dans les perspectives de poursuite et de valorisation des résultats du projet, les pistes de travail suivantes sont envisagées pour améliorer le ROI de la solution :

- Réflexion sur la réduction du coût de la solution :
  - Réduction du coût des capteurs : dans le cadre de ce projet de recherche, certains capteurs utilisés étaient des prototypes : ils avaient donc un coût plus élevé et ont nécessité du temps de développement supplémentaire ; l'utilisation de capteurs sur étagère doit permettre de réduire la facture ;
  - Réduction du nombre de capteurs : l'objectif d'analyse détaillée des usages du projet ECOFFICES a conduit à déployer un nombre très important de capteurs (plus de 400) pour recueillir un maximum de données. Un travail doit être réalisé à l'issue de l'expérimentation pour simplifier la solution aux capteurs essentiels au challenge (sélection des seuls capteurs participant à l'incitation aux économies d'énergie), et ainsi réduire le coût global de l'installation.

- Valorisation de la solution via les services connexes permis par l'infrastructure technologique déployée pour les besoins du challenge
  - L'infrastructure technologique du projet ECOFFICES représente un investissement durable pour une entreprise au-delà du challenge : par exemple, dans le cadre de l'expérimentation au CSTB, les relevés de consommation ont permis d'identifier des consommations de « veille » importantes sur certains postes lorsque le bâtiment est inoccupé, constituant d'importants gisements potentiels d'économies. La mise en place de tableaux de bord techniques de suivi détaillé des consommations à destination du gestionnaire technique du bâtiment, associés à des fonctionnalités d'alertes surconsommation et/ou d'aide à la décision pour la rénovation énergétique du bâtiment (identification des postes prioritaires d'investissement) apparaît comme une solution prometteuse, à coupler au concept du challenge, pour parvenir à une solution compétitive.
- Recherche de programmes de support et d'accompagnements financiers (éventuellement réglementaires) permettant à une société de supporter partiellement le coût d'investissement de la solution
  - ECOFFICES contribue à une meilleure connaissance de l'empreinte énergétique d'un bâtiment, et sensibilise ses occupants à l'éco-responsabilité. Dans ce cadre une étude doit être menée pour voir dans quelle mesure certains dispositifs (crédits de formation, supports publics, réglementations sur l'efficacité énergétique des bâtiments tertiaires) peuvent supporter, en partie, l'investissement nécessaire à la solution ECOFFICES.

## 6.3 Axe Usages (« Axe sociologique »)

### 6.3.1 Objectifs attendus

Nature de l'indicateur	Résultats attendus	Moyens de mesure
Acceptation de la solution (voir 6.3.2.1)	90% des employés acceptant de participer au projet	Nombre d'employés ayant signé la charte de participation au projet (charte élaborée dans le protocole d'expérimentation D1.3)
Nombre global d'usagers convaincus par l'utilité de la solution (voir 6.3.2.2)	70% d'utilisateurs convaincus par l'utilité de la solution	Synthèse des questionnaires attitude / éco-comportements diffusés auprès des usagers avant et après l'expérimentation
Nombre d'usagers ayant évolué vers une opinion positive sur l'utilité de la solution (voir 6.3.2.2)	30% d'usagers en plus par rapport au questionnaire a priori	Comparaison entre la synthèse des questionnaires a priori Et celle des questionnaires après le challenge
Durabilité des comportements éco-responsables (voir 6.3.2.3)	a) réduction de 50% du nombre de comportements malus entre les périodes 1 (référence) et 3 (après le challenge) b) stabilité des comportements à 5% près lors de la période 3 (sur les deux mois) c) Variation inférieure à 10% du nombre de comportements bonus / malus relevés lors de la phase 3 d'appropriation (m11 à m12) par rapport à la phase 2 de challenge (m5 à m10)	Enregistrements (logs) collectés par la solution technique

Figure 13 : Objectifs sociologiques attendus

## 6.3.2 Résultats

### 6.3.2.1 Acceptation de la solution

#### Taux de participation à l'expérimentation

Sur les 53 employés du CSTB travaillant dans le bâtiment instrumenté, seules 3 personnes n'ont pas accepté de participer au challenge, deux pour raisons personnelles et 1 pour raison médicale. Le taux de participation est donc de 95% soit 5% de plus que ce qui était attendu.

#### Taux de réponse aux questionnaires d'opinion

Tous les participants ont répondu au questionnaire initial, le taux de réponse est de 100%. Le questionnaire proposé à l'issue du challenge a été renseigné par 40 des 49 participants. Le taux de réponse à ce second questionnaire est ainsi de 82 %.

### 6.3.2.2 Evolution de l'opinion des usagers vis-à-vis de l'utilité de la solution

La perception par les participants de l'utilité de la solution d'instrumentation des bureaux comme levier de changement comportemental est appréhendée ci-dessous en considérant l'évolution des opinions sur les indicateurs suivants :

- Evolution de l'intérêt déclaré pour les questions d'écologie
- Evolution des comportements écologiques au domicile
- Evolution des comportements écologiques au bureau
- Evolution des opinions vis-à-vis des facilités d'économies.

#### Evolution de l'intérêt déclaré pour les questions d'écologie

Le niveau d'intérêt initialement déclaré par les participants pour les questions d'écologie est élevé, puisque'ils sont 92.5% à indiquer qu'ils sont concernés ou très concernés, ce taux important pouvant être lié à ce que leurs activités au CSTB les ont déjà sensibilisés. Il y a de ce fait peu d'évolution : +5.40 %, ce qui correspond à deux personnes initialement peu concernées qui indiquent qu'elles le sont aujourd'hui davantage.

#### Evolution des comportements écologiques au domicile

Globalement, la participation au challenge ne semble pas déterminer de changements comportementaux majeurs au domicile, tout au plus a-t-elle conduit quelques personnes à ajouter une action à celles qu'elles mettaient déjà en ☐ uvre.

Il ressort cependant que la principale contribution du challenge sur cet aspect a pu être d'inciter certains participants à contrôler le montant (en euros) de leur consommation à domicile : le pourcentage de personnes connaissant cette information passé de 60 à 70 % à l'issue du challenge.

#### Evolution des comportements écologiques au bureau

Les évolutions sont plus ou moins marquées selon les postes considérés. Si l'on s'en tient aux déclarations des participants, certaines gestes qui ne semblaient pas acquis au début du projet sont davantage mis en ☐ uvre à l'issue du challenge, c'est le cas notamment de :

- L'extinction de la climatisation en cas de sortie du bureau (le pourcentage de déclaration passe de 25 à 72%, soit une évolution de 188%)
- La fermeture de la porte si la climatisation est en marche (le pourcentage de déclaration passe de 65 à 94%, soit une évolution de 47%)
- L'arrêt des appareils bureautiques en cas d'absence prolongée (le pourcentage de déclaration passe de 10 à 37.52%, soit une évolution de 275%)

- Dans une moindre mesure, c'est aussi le cas de l'extinction de l'éclairage lors de la sortie du bureau et de la mise en veille des appareils lorsqu'on s'absente pour une courte durée de son bureau.

Sur la base de ces déclarations, le challenge pourrait ainsi avoir eu un effet notable sur les challengers en les engageant à réaliser ces actions.

### Evolution des opinions vis-à-vis des facilités d'économie

Mis à part sur l'éclairage dont il ressort que, sur ce poste, les économies sont perçues comme étant plus faciles que prévues (+10% des participants ont cette opinion à l'issue du challenge), les avis sont partagés pour les postes de climatisation et sur les appareils bureautiques. Sur ces deux postes, on note un changement de point de vue pour une proportion non négligeable de participants (environ 15%), les économies étant perçues, selon les personnes, comme plus difficiles ou plus faciles que prévu.

Le résultat le plus marquant est que, pour tous les postes d'économie, les réponses des participants traduisent une très forte augmentation de l'incertitude concernant le montant des économies pouvant être réalisées (réponses "je ne sais pas"). Cette incertitude est traitée ici comme un indicateur négatif du point de vue de l'utilité perçue de la solution.

En conclusion :

L'utilité de l'instrumentation des bureaux apparaît de façon massive à travers quelques éco-gestes émergents mis en ☐uvre de façon plus systématique (principalement dans la gestion de la climatisation et des appareils bureautique).

Cependant, sur la base des critères de réussite définis au début du projet, il est clair que les objectifs attendus ne sont pas atteints : le fort taux d'incertitude concernant le montant des économies réalisées suggère que les participants restent réservés sur l'utilité réelle de l'instrumentation.

Cette réserve est probablement à mettre en relation avec le feed-back fourni au niveau de l'interface utilisateur tout au long du challenge, les données présentées étant trop macroscopiques et trop statiques pour permettre un ajustement fin des comportements d'usage des équipements.

*[ Note : l'analyse de l'évolution de l'opinion des usagers vis-à-vis de la solution est plus globalement développée dans les livrables groupés D2.1, D3.2 et D4.1 Partie 1 Analyse qualitative sur l'ensemble des périodes*

*D2.1 ☐ Bilan des usages de l'expérimentation sans challenge*

*D3.2 ☐ Bilan des usages de l'expérimentation avec challenge*

*D4.1 ☐ Rapport d'appropriation des comportements éco-responsables*

*Et en particulier voir l'analyse de la classe C2/3 représentative des comportements éco-responsable .]*

### 6.3.2.3 Durabilité des comportements éco-responsables

*[ Note : Deux analyses, qualitative et quantitative ont été faites dans les livrables groupés les livrable D2.1, D3.2 et D4.1 Partie 1 et Partie 2 ]*

#### Au niveau de l'analyse qualitative

Alors qu'au début du challenge près de 40% des challengers s'attendaient à ce que les nouveaux comportements soient pérennes, ils ne sont plus que 25 % à l'issue du challenge.

On peut aussi noter que l'incertitude, qui était forte initialement (près de 60% de réponses " je ne sais pas"), est beaucoup moins marquée à l'issue du challenge (35%) et que par contre, le taux de réponses de non pérennité passe de 5% à 40%.

Le challenge n'a manifestement pas conduit les participants à considérer qu'il était un moyen d'installer des comportements éco-responsables durables et le changement de point de vue concernant la pérennité des éco-comportements mis en ☐uvre est radical.

Pour tous les postes (éclairage, appareils bureautiques et climatisation), le pourcentage de réponses de non pérennité est en très forte augmentation par rapport au début du challenge (il atteint 250 à 450 % de plus pour les réponses "Non pérennité" selon les postes).

### Au niveau des analyses quantitatives

Il est difficile de conclure sur la pérennité pour les deux raisons suivantes :

- La comparaison des comportements entre périodes est difficile du fait des différences concernant leur durée et la saison concernée: d'ailleurs la période 1 a été décomposée en deux périodes, une période *chauffage* suivie d'une période *sans chauffage* avant le challenge (appelée *conso av*). Donc la période 1 annoncée en début de projet concernera ici uniquement la période *conso-av* sans chauffage.
- Le challenge (période 2) s'étant terminé fin septembre 2011, la période 3 dite de post-challenge a été d'une durée d'un mois (octobre). Cette durée est trop courte pour statuer sur la durabilité des comportements éco-responsables.

Voici les premiers résultats obtenus lors de l'analyse quantitative :

- a) Réduction des comportements Malus entre les périodes 1 (avant challenge) et période 3 (après challenge).

Si on compare les 2 périodes globalement (cf. Figure 14), on remarque que les objectifs ont été atteints pour les Malus "fenêtre" qui sont assez faibles. On note aussi une diminution des malus "mouvement". Par contre les Malus "porte" et Malus "confort" ont quant à eux augmentés. Globalement, les Malus (par bureau-jour en moyenne) à cause des Malus "confort" ont même plutôt légèrement augmenté.

Période	Bonus						Malus						Nbre Unités
	porte	fenêtre	confort	mouv	nuit	Σ	porte	fenêtre	confort	mouv.	nuit	Σ	
conso-av	0,00	0,00	2,64	3,47	1,81	7,92	0,26	0,09	0,09	5,94	0,96	<b>7,35</b>	1536
conso-ap	0,01	0,00	2,01	4,02	2,14	8,18	0,63	0,01	0,72	5,31	0,95	<b>7,61</b>	1130

**Figure 14 : Comparaison des Bonus/malus – périodes avant et après challenge**

Si on observe les résultats par équipe (cf. Figure 15), on remarque :

- Que les trois équipes n'ont plus de Malus "fenêtre".
- Que l'équipe Geekwing a réduit son nombre de comportements Malus par bureau-jour en passant de 5,96 à 3,91.

En revanche les 2 autres équipes ont repris leurs mauvais comportements globalement, notamment l'équipe B.E.A.R, gagnante du challenge qui a doublé ses Malus entre l'avant et l'après challenge (en particulier au niveau Malus "porte", Malus "confort").

Mode	Equipe	Bonus						Malus						U
		porte	fenêtre	confort	Mouv.	nuit	Σ	porte	fenêtre	confort	Mouv.	nuit	Σ	
conso-av	Aïoli	0,00	0,00	<b>3,17</b>	1,79	0,16	5,12	<b>0,08</b>	0,00	0,02	3,63	0,13	3,86	457
	B.e.a.r	0,00	0,00	<b>2,09</b>	1,22	0,15	3,46	<b>0,24</b>	0,03	0,19	2,44	0,05	<b>2,94</b>	577
	Geekwing	0,00	0,00	<b>2,78</b>	<b>2,28</b>	0,24	5,29	0,45	0,02	0,06	5,31	0,12	<b>5,96</b>	502
conso-ap	Aïoli	0,01	0,00	<b>2,10</b>	2,09	0,19	4,38	<b>0,58</b>	0,00	0,40	3,71	0,15	4,83	336
	B.e.a.r	0,01	0,00	<b>1,19</b>	2,20	0,26	3,65	<b>0,84</b>	0,00	<b>1,09</b>	3,16	0,05	<b>5,15</b>	424
	Geekwing	0,00	0,00	<b>2,86</b>	1,73	0,18	4,78	0,44	0,00	0,58	<b>2,79</b>	0,10	<b>3,91</b>	370

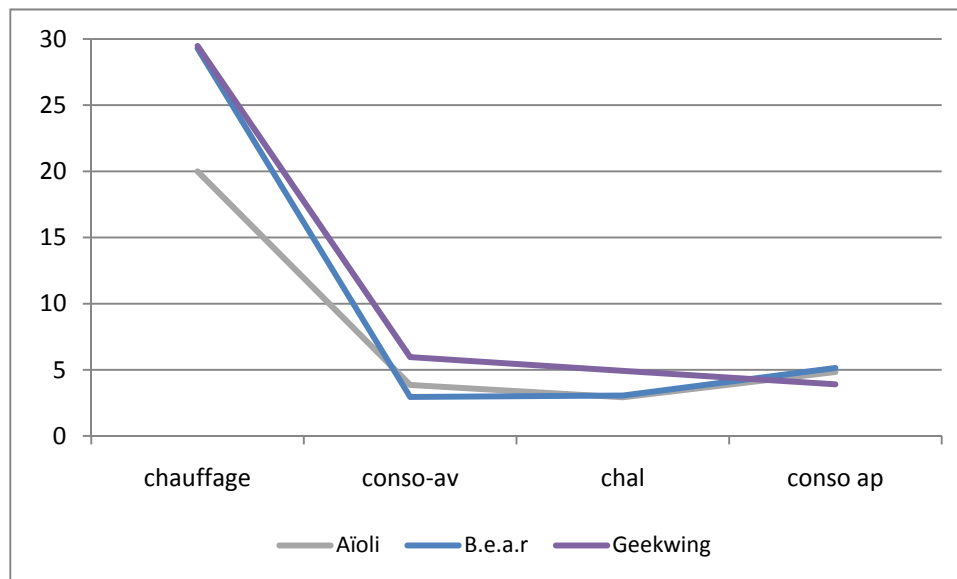
**Figure 15 : Comparaison des Bonus/malus par équipe– périodes avant et après challenge**

b) Stabilité des comportements lors de la période 3 et variation du nombre de comportements Bonus/Malus relevés lors de la période 3 par rapport à la période 2.

Il n'y a pas eu de stabilité des comportements globalement lors de la période 3. En effet on observe globalement qu'il y a eu moins de Bonus dans la période 3 (post-challenge) que dans la période challenge et plus de Malus.

On note cependant au niveau des équipes (cf. Figure 16) que l'équipe Geekwing a fait davantage d'efforts après le challenge pendant la période 3 que les deux autres équipes : elle a augmenté ses Bonus au niveau « confort » et « mouvement » et a réduit ses Malus.

Geekwing a diminué ses malus entre les deux périodes à la différence des deux autres équipes.



**Figure 16 : Représentation graphique des moyennes des malus par bureau-jour sur les 4 périodes**

On observe effectivement une faible variation dans les 3 périodes avant pendant et après challenge. Des analyses à un niveau plus fin c'est-à-dire au niveau des Bonus ou Malus élémentaires, seraient nécessaires pour identifier si certains comportements élémentaires sont durables.

*[ Note : l'analyse de la durabilité des comportements est plus globalement développée dans les livrables groupés D2.1, D3.2 et D4.1 Partie 2 Analyses quantitatives sur l'ensemble des périodes. Et en particulier voir l'analyse de la classe C2/3 représentative des comportements éco-responsables ]*

### 6.3.3 Pistes d'amélioration

Dans la perspective de poursuite et de valorisation des résultats du projet, les pistes de travail envisagées pour améliorer l'efficacité du challenge comme facteur de changements comportementaux reposent sur le rôle de l'interface dans la dynamique du challenge.

#### *Réflexion sur le rôle de l'interface utilisateur dans le challenge ECOFFICES*

La présentation aux participants du feed-back de leur consommation a été définie dans le projet comme un des facteurs déterminant des changements comportementaux. De ce fait, un effort important a été placé sur la conception de l'interface utilisateur, mais l'analyse des usages a mis en évidence sa très faible fréquence de consultation, avec un pic au début du challenge et une



désaffection progressive mais très rapide. Les pistes d'amélioration doivent s'appuyer sur une interprétation de ces résultats et plusieurs hypothèses peuvent être proposées :

1. Une première hypothèse est que le recours à une interface utilisateur n'est pas la solution la plus adaptée à la conduite d'un challenge du fait qu'elle relève d'une "communication pull" (l'utilisateur étant à l'origine de l'accès à l'information). La piste d'amélioration serait dans ce cas de passer par une "communication push" dans laquelle par exemple un rapport hebdomadaire envoyé aux participants serait préférable. Cette hypothèse n'est pas retenue ici car d'une part, elle conduit à perdre les traces d'usage du dispositif de présentation d'information et que d'autre part, la question à traiter pour améliorer l'efficacité d'un challenge est davantage celle du contenu de l'information présentée que celle de la modalité d'interaction. Cette question est discutée dans les autres hypothèses ci-dessous.
2. La deuxième hypothèse est de considérer que le dispositif d'information utilisé lors du challenge a mis en concurrence plusieurs sources d'informations ce qui a finalement été contre-productif. Les sources d'informations de l'état du challenge à disposition des participants étaient en effet les suivantes :
  - l'interface du hall d'accueil présentant l'information globale de l'état du challenge
  - les référents chargés de relancer les participants et qui pouvaient à tout moment être consultés
  - l'interface utilisateur avec les différentes pages d'informations.

Dans cette hypothèse, les sources fournissent une information redondante et, la même information pouvant être acquise par chacune d'elles, le principe d'économie cognitive fait que l'on utilise uniquement celles qui nécessitent le moindre effort. Cette hypothèse est partiellement validée par le fait que la page de résultat global sur l'interface du hall d'accueil présente des informations de classement identiques à celles de l'interface challenger, modulo les messages d'encouragement adressés aux participants.

La piste d'amélioration associée est alors :

- d'une part de s'assurer dans un prochain challenge que chaque dispositif d'information présente une information spécifique, bien différenciée ;
- d'autre part de faire en sorte que sur chacun des dispositifs techniques, la consultation du résultat global ne soit possible que sur demande de l'utilisateur, ce qui permettra d'avoir une mesure plus fiable de l'intérêt des personnes pour l'état d'avancement du challenge. La mise en place d'un accès à l'information différenciant le statut de la personne qui consulte l'interface publique (visiteurs, employés, challengers) serait alors à étudier.

Cette hypothèse de concurrence entre dispositifs ne vaut cependant que pour la page de résultat global. Pour rendre compte du faible intérêt pour les autres pages de l'espace d'information des challengers, il est nécessaire de considérer plus précisément l'utilité de l'information disponible et notamment son rôle :

- comme moyen de réguler les comportements énergétiques (hypothèse 3)
- comme support à la dynamique du challenge (hypothèse 4)

3. Une troisième hypothèse considère alors que l'information fournie aux challengers dans l'interface utilisateur n'est pas celle dont ils ont besoin pour modifier leur consommation énergétique. Dans cette hypothèse, plusieurs raisons peuvent être envisagées. Ce peut être le cas :
  - parce que l'interface n'a pas la qualité ergonomique escomptée (les avis recueillis auprès des participants sont d'ailleurs partagés sur ce point)
  - parce que l'information présentée n'est pas perçue par les participants comme étant en cohérence avec les efforts fournis : inertie trop importante (cf. ci-dessous hypothèse 4) ou bien intensité du gain non perceptible, les modifications d'usages des équipements n'ayant pas des effets quantitativement très sensibles
  - parce que le niveau de détail de consommation est insuffisant pour que l'on sache mettre en œuvre un changement de comportement efficient. En effet dès lors qu'un changement de comportement n'est pas perceptible dans les résultats, il y a de quoi s'interroger sur l'efficacité de ses actions et perdre sa motivation.

A toutes ces raisons, qui ont pu jouer conjointement, il faut en ajouter une autre qui concerne la dynamique de groupe dont le poids apparaît dans les traces qui ont été enregistrées : les membres des équipes étant diversement motivés, certains ont pu avoir des comportements énergivores qui ont contrecarré les efforts des autres, ce qui constitue un autre facteur de baisse de motivation

Les pistes d'amélioration associées sont variées :

- la première est ici d'appuyer l'organisation d'un challenge écologique sur la recherche d'autres formes de présentation de l'information de consommation énergétique. L'option prise dans ECOFFICES a été de présenter une information quantitative de synthèse, ce qui a donné une coloration technique à l'interface utilisateur en l'éloignant du caractère ludique initialement souhaité pour le challenge. La mise en ☐ uvre d'une démarche d'ergonomie plus approfondie explorant avec des usagers l'utilité et la pertinence de représentations graphiques, de métaphores serait un moyen de rendre l'interface plus attractive<sup>1</sup> ;
  - des représentations mettant davantage en évidence les efforts des individus et la cohérence de l'activité collective sont aussi à rechercher afin de compléter la représentation technique et économique par des vues de la dynamique du réseau social ;
  - la population du CSTB est déjà largement sensibilisée aux questions d'économies d'énergie, et c'est aussi le cas de la plupart des challengers. La duplication du challenge dans un contexte moins favorable nécessiterait probablement au préalable un travail de fond, avec une approche d'ethnométhodologie visant à une meilleure compréhension des représentations mentales et sociales associées aux économies d'énergie, afin de déterminer les leviers cognitifs du changement et de faciliter la pollinisation des idées écologiques.
4. Une quatrième hypothèse peut être avancée à partir des retours d'expérience fournis par les référents et qui font apparaître les interrogations voire les doutes des challengers vis à vis des calculs de consommation. La piste d'amélioration concerne essentiellement le travail nécessaire pour assurer la clarté et la complétude de l'information fournie aux participants, tâche qui s'est révélée plus lourde et difficile que prévue.
5. La dernière hypothèse concerne la dynamique du challenge. Sous cette hypothèse, deux aspects différents doivent être considérés : le fait qu'il existe une forte inertie dans le challenge ECOFFICES et le fait qu'il n'y a pas eu d'évolution du classement tout au long du challenge.

Concernant l'inertie, on peut noter qu'une compétition véritable suppose non seulement des boucles de rétroaction courtes dans lesquelles l'effet de chaque action individuelle sur le classement et la convergence des efforts des membres de l'équipe sont rapidement visibles mais aussi la possibilité de suivre à tout instant l'évolution des positions relatives. Il est possible que la forte inertie existant dans le challenge ECOFFICES ait pu freiner l'esprit compétitif : les données de consommation étant actualisées avec un délai de 24 heures et le degré de granularité de l'information étant ce qu'il est, il est très difficile pour un challenger de mettre en relation les résultats obtenus avec les actions mises en ☐ uvre, d'où un désintérêt pour l'interface utilisateur.

Pour ce qui est de la faible évolution du classement au cours du challenge, il est clair que la stabilité des positions acquises au démarrage tout au long d'une compétition va d'autant plus à l'encontre de l'esprit compétitif que l'inertie est forte.

Pour ce qui est des pistes d'amélioration, sauf à mettre en ☐ uvre un autre dispositif technologique permettant de fournir des retours d'information en temps réel, un "web des objets et des gens" traçant par exemple les entrées/sorties des bureaux en relation avec l'état des équipements, il paraît assez difficile de réduire suffisamment l'inertie pour inciter à consulter régulièrement l'interface de résultats. Les pistes d'amélioration sont ici aussi plutôt à rechercher au niveau de l'interface utilisateur en fournissant par exemple des zoom sur les

---

<sup>1</sup> Un bon exemple peut en être trouvé dans la métaphore de l'empreinte carbone qui comptabilise le nombre de planètes requises pour conserver le niveau de consommation actuel.

écarts existant entre les consommations des équipes et/ou avec des pondérations dynamiques susceptibles de faire varier les positions dans le classement.

Enfin, en conclusion pour garantir l'équité de la compétition, il conviendrait d'interdire la participation des organisateurs du challenge à la compétition, ce qui permettrait d'homogénéiser le niveau de connaissances des participants et d'éviter les biais afférents.

## 6.4 Axe dissémination

### 6.4.1 Objectifs attendus

Nous avons prévu en début de projet de réaliser un certain nombre de présentations et de rédiger des articles comme décrit dans le tableau suivant :

Nature de l'indicateur	Résultats attendus	Moyens de mesure
<p>Nombre d'actions de communication ciblées organisées : manifestations de type « journées portes ouvertes », conférences, articles et communiqués de presse ou Internet.</p> <p>(voir 6.4.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 journées « portes ouvertes », dont une coïncidant avec la remise du prix à l'équipe vainqueur du challenge</li> <li>• Participation à la fête de la science pour la présentation de l'expérimentation au grand public</li> <li>• 3 présentations dans des conférences</li> <li>• 4 articles ou communiqués</li> </ul>	<p>L'ensemble des actions de dissémination seront répertoriées sur le site web public du projet ECOFFICES (lien vers les présentations, articles, vidéos, etc.).</p>

Figure 17 : Objectifs de dissémination attendus

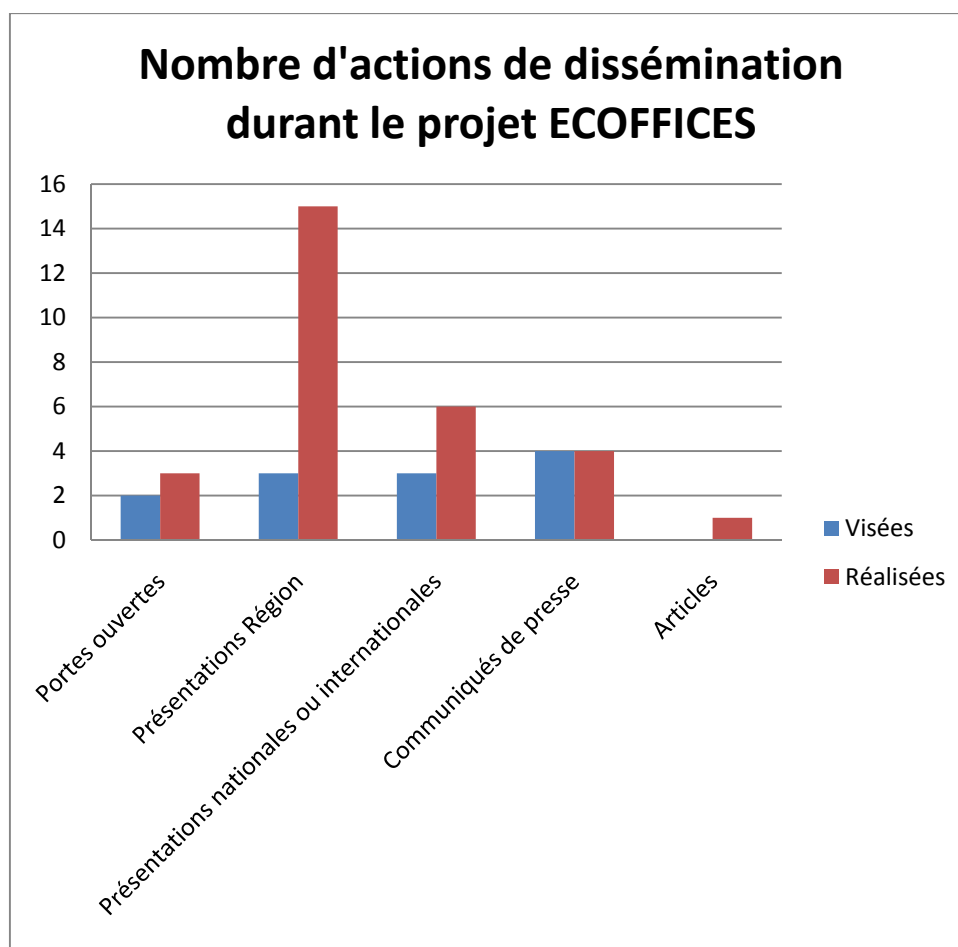
### 6.4.2 Résultats

Plusieurs types de disséminations du projet ont été réalisés :

- Sous forme de **Journée « Portes-ouvertes »** :
  - 05/04/2011 □ Première journée « Portes ouvertes » lors de la semaine du Développement Durable
  - 02/05/2011 □ Seconde journée « Portes ouvertes » aux collectivités lauréates AGIR
  - 19/10/2011 □ Troisième journée « Portes ouvertes » pour la remise des prix
- Sous forme de **présentations** au niveau du **département des Alpes-Maritimes** ou de la **Région PACA** :
  - 15/12/2009 □ Présentation au comité stratégique du Pôle CapEnergies
  - 05/07/2010 □ Présentation lors de la Demi-journée de valorisation PACA LABS à Marseille
  - 12/10/2010 □ Présentation lors du concours de l'innovation TIC en PACA à Rousset
  - 21/10/2010 □ Présentation lors de la réunion des animateurs régionaux des Plan Local Energie Environnement
  - 25/11/2010 □ Présentation lors du Rendez-vous de l'innovation CapEnergies à Marseille
  - 25/02/2011 □ Visite d'une délégation d'ERDF au CSTB
  - 31/03/2011 □ Présentation lors des RDV RSE & Innovation PACA à Marseille
  - 07/04/2011 □ Visite du CERQUAL
  - 03/05/2011 □ Présentation à la cité des Sciences de Sophia Antipolis

- 23/05/2011 □ Présentation à Geneva Cleantech
- 24/05/2011 □ Présentation lors de la 12ème édition du Carrefour des Possibles à Arles
- 09/06/2011 □ Présentation lors du Forum PME PACA à Marseille
- 14/06/2011 □ Visite d'une délégation de Telecom Valley au CSTB
- 14/10/2011 □ Visite de la délégation CRE (Commission de Régulation de l'Energie) + CCI NCA + Pôle de compétitivité PACA
- 15/12/2011 □ Visite d'une délégation de la CCI (Groupe Smart Grid Côte d'Azur)
- Sous forme de **présentations** au niveau **National** ou **International** :
  - 12/04/2010 □ Lors du GREEMBED Workshop à Stockholm (Suède)
  - 17/11/2010 □ Lors de la conférence ICT for Sustainable Homes 2010 à Nice (France)
  - 21/06/2011 □ Lors de ICE 2011 : Session « Energy Efficiency and Environment » à Aix la Chapelle (Allemagne)
  - 26/07/2011 □ Lors d'une réunion avec EXPERIENTIA, partenaire italien sur un projet PACALABS à Turin (Italie)
  - 26/10/2011 □ Lors de la conférence CIB à Sophia Antipolis (France)
  - 10/11/2011 - Lors du Word Usability Day (WUD) 2011 à Sophia Antipolis (France)
- A travers des communiqués de presse ou des reportages :
  - 04/04/2011 □ Article paru dans Nice Matin pour la première journée « Portes ouvertes » <http://www.nicematin.com/article/societe/cstb-un-concours-pour-economiser-lenergie.488463.html>
  - 05/04/2011 □ Interview pour radio Agora Côté d'Azur
  - 16/09/2011 □ Organisation d'une journée de la mobilité au CSTB dans le cadre de la semaine Européenne de la mobilité <http://www.webtimemedias.com/article/semaine-de-la-mobilite-au-boulot-pied-velo-en-covoiturage-ou-en-bus>
  - 13/10/2011 □ Article paru dans Nice Matin pour la dernière journée « Portes ouvertes » lors de la remise des prix du challenge <http://www.webtimemedias.com/article/sophia-remise-des-prix-du-challenge-ecoffices-au-cstb>
- A travers des articles, abstracts ou des papiers de conférence :
  - 20/10/2011 - Soumission d'un abstract pour la conférence CIB
- A travers des supports de communication :
  - Site du site ECOFFICES sur [www.ecoffices.com](http://www.ecoffices.com)
  - Flyers ECOFFICES distribués lors des salons, conférences, visites, □

Le taux de dissémination visé a été atteint, voire dépassé en ce qui concerne la diffusion par des médias et les présentations du projet dans des conférences. Pour des raisons d'agenda, il n'a pas été possible d'intégrer ECOFFICES au programme des visites pour la fête de la science 2011 mais le projet a par ailleurs participé à la semaine Européenne de la mobilité.



**Figure 18: Dissémination réalisée**

Quelques actions de dissémination sont accessibles via le site web ECOFFICES : <http://www.ecoffices.com/portfolio-2col.php>.

[ Note : Au vu de la quantité des actions de communications réalisées dans ce projet, nous avons jugé bon de les détailler dans un nouveau livrable D1.5 ☐ Bilan des actions de communication ]

## 7 Le challenge ECOFFICES : liste et synthèse des livrables

Le tableau ci-après recense l'ensemble des livrables réalisés pour le projet ECOFFICES et présente de manière succincte leur contenu. La numérotation des livrables correspond généralement à celle prévue au plan de travail initial du projet, à l'exception du **Bilan usage de l'expérimentation** qui a été réorganisé sous la forme de deux analyses, qualitative et quantitative, et réunissant les rapports D2.1, D3.2, D4.1 du plan de travail original. Un livable non prévu au plan de travail a en outre été rajouté (D1.5 □ **Bilan de communication**).

N°	LIVRABLE	CONTENU
D1.1	<b>Accord de consortium signé</b>	<p>L'<b>accord de consortium</b> du projet ECOFFICES est signé par l'ensemble des partenaires, y compris sponsors. Il établit entre-autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>les <u>modalités de collaboration</u> (rôle des parties, comité de pilotage, etc.) ;</li> <li>les <u>obligations</u> et <u>responsabilités des parties</u> ;</li> <li>les règles en termes de <u>propriété intellectuelle et matérielle</u>, de <u>communication et de publicité</u>.</li> </ul>
D1.2	<b>Rapport technique d'instrumentation</b>	<p>Le <b>rapport technique d'instrumentation</b> présente :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>le <u>descriptif des instrumentations</u> ;</li> <li>le <u>déroulement des installations</u>, depuis la commande des capteurs jusqu'à la configuration de la box de collecte et d'analyse des données ;</li> <li>une évaluation de ces travaux d'instrumentation à travers un certain nombre d'<u>indicateurs techniques et économiques</u> (temps passés, coût des équipements, difficultés rencontrées).</li> </ul>
D1.3	<b>Protocole d'expérimentation</b>	<p>Le <b>protocole d'expérimentation</b> établit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>le <u>phasage</u> précis de déroulement de l'expérimentation ;</li> <li>les <u>aspects génériques</u> liés au traitement des données et aux dimensions d'évaluation ;</li> <li>Pour chaque phase de l'expérimentation (avant, pendant, après le challenge) : les <u>objectifs</u>, le <u>déroulement</u>, les <u>participants</u>, les <u>matériels</u> et <u>documents support</u>.</li> </ul>
D1.4	<b>Manuel de participation de l'utilisateur aux expérimentations</b>	<p>Le <b>manuel de participation de l'utilisateur</b> rassemble :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les objectifs du challenge et le principe de participation ;</li> <li>le règlement ;</li> <li>la présentation des différents supports permettant au challenger de s'informer et de progresser</li> </ul>

Annexes de D1.4	<b>Aide mémoire d'utilisation d'ecoffices.com</b>	L'aide mémoire présente l'organisation, le contenu et la notice d'utilisation du site web <a href="http://www.ecoffices.com">www.ecoffices.com</a> , tant au niveau de sa partie publique qu'au niveau de l'interface challenger (pages de suivi personnalisées de l'avancement des résultats du challenge).
	<b>La plaquette ECOFFICES</b>	La plaquette rassemble sur un format compact les objectifs du challenge et une sélection d'eco-gestes à adopter au bureau.
	<b>La liste des bonus / malus</b>	Les différentes catégories de bonus/malus et leur liste détaillée
D1.5	<b>Bilan de communication</b>	Le <b>bilan de communication</b> recense les différentes <u>actions de communication</u> réalisées au cours du projet ; Ce livrable comprend des rapports annexes qui présentent les comptes-rendus détaillés des « <u>opérations portes-ouvertes</u> », et un cd-rom réunit les principaux supports de présentation utilisés.
D3.1	<b>Bilan technique de l'expérimentation</b>	Le <b>bilan technique de l'expérimentation</b> rassemble : <ul style="list-style-type: none"> <li>une présentation complète de l'<u>infrastructure technique et logicielle</u> développée (architecture de la base de données, requêtes SQL) pour les besoins du challenge ;</li> <li>un bilan des <u>difficultés rencontrées</u> et les <u>principales conclusions et recommandations techniques</u>.</li> </ul>
D2.1 D3.2 D4.1 Synthèse	<b>Bilan de l'expérimentation □ Synthèse des analyses</b>	Ce document est une synthèse des parties 1&2 réalisées du bilan de l'expérimentation
D2.1 D3.2 D4.1 (1) Analyse qualitative	<b>Bilan de l'expérimentation 1. Analyse qualitative</b>	Le bilan de l' <b>analyse qualitative</b> intègre : <ul style="list-style-type: none"> <li>une <u>analyse globale : évolution des opinions</u> vis-à-vis de l'écologie ;</li> <li>une <u>analyse par équipe</u> : évolution des opinions et des usages.</li> </ul> Ces analyses sont menées sur la base des questionnaires renseignés par les challengers.
D2.1 D3.2 D4.1 (2) Analyses quantitatives	<b>Bilan de l'expérimentation 2. Analyses quantitatives</b>	Le bilan de l' <b>analyse quantitative</b> intègre : <ul style="list-style-type: none"> <li>une analyse détaillée des comportements eco-responsables des participants : celle-ci s'appuie sur une analyse détaillée des mesures de température et une analyse de l'évolution des comportements bonus/malus ;</li> <li>une analyse de l'évolution de la consultation des interfaces.</li> </ul>
D4.2	<b>Rapport final du projet ECOFFICES</b>	Ce présent rapport.

Figure 19 : Liste récapitulative des livrables et synthèse de leur contenu

## 8 Le challenge ECOFFICES : perspective et réplication

Le concept du « challenge ECOFFICES » est extrêmement novateur. Lors des différentes opérations de communication et dissémination, toutes les parties en présence ont montré un intérêt sincère pour une réplication :

- Industriels ;
- exploitants ou propriétaires de bâtiments ;
- collectivités locales et institutionnels.

Tous ces intérêts affichés ont été recensés et seront exploités pour proposer une réplication.

Avant cela, nous avons et allons continuer à mener une analyse poussée et critique du challenge réalisé dans les locaux du CSTB. Cette analyse a pour but de proposer un ou plusieurs types de challenges optimisés pour ces cibles.

Quelques éléments alimentant notre réflexion :

- Réfléchir à rendre le challenge plus durable, sous la forme d'un challenge en continu □ impliquant certainement la nécessité de désigner un responsable « animation » du challenge en charge d'amener en permanence de la nouveauté pour générer de la motivation ;
- Les interfaces proposées aux challengers n'ont pas été utilisées tel que nous l'imaginions au préalable. Nous envisageons des interfaces plus allégées et une communication sous forme de push plus ciblée ;
- Sur ces concepts liés à l'optimisation énergétique, il est évident que la question de « retour sur investissement » est présente chez chacun. Nous avons également à mener une étude complémentaire approfondie des données pour pouvoir supprimer ou substituer certaines d'entre elles, en vue de supprimer quelques capteurs physiques. L'instrumentation doit pouvoir être ramenée à sa plus simple expression, en vue de limiter l'investissement.
- Compte tenu du point précédent, nous étudions la possibilité de challenges à plusieurs échelles. En fonction du niveau d'instrumentation admissible, le challenge sera adapté avec des bonus / malus différents et une granulométrie variable.

En synthèse, il est évident que la maîtrise de l'énergie passe par un meilleur niveau d'information des utilisateurs. Mais cela ne suffit pas, notamment dans un environnement professionnel, où l'utilisateur n'est pas directement le payeur.

Le « challenge ECOFFICES » a prouvé :

- Que le concept de challenge peut être un élément permettant une prise de conscience de son propre impact énergétique ;
- Qu'une information qualifiée et ciblée pouvait faire changer le comportement énergétique d'un utilisateur de bureau professionnel ;
- Qu'un utilisateur peut par son action avoir un impact considérable sur l'efficacité énergétique d'un bâtiment, et ce, quel que soit son niveau de « sensibilisation numérique ».

Par conséquent, ECOFFICES a toute sa place dans la stratégie de maîtrise de l'énergie de la région PACA.